

METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING RZ-DPSK MODULATED OPTICAL SIGNALS

Publication number: JP2007512748 (T)

Publication date: 2007-05-17

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:

- **international:** H04B10/04; G02F1/01; H04B10/06; H04B10/142; H04B10/152; H04B10/155; H04L27/32; H04B10/04; G02F1/01; H04B10/06; H04B10/142; H04B10/152; H04L27/32

- **European:** H04B10/155F1; H04B10/155F4; H04B10/155S2E; H04L27/32

Application number: JP20060540566T 20040715

Priority number(s): GB20030027605 20031127; WO2004GB03092 20040715

Also published as:



WO2005055475 (A1)

US2007116477 (A1)

EP1690349 (A1)

EP1690349 (B1)

DE602004009469 (T2)

Abstract not available for JP 2007512748 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 2005055475 (A1)**

The invention provides an optical transmitter comprising a differential encoder having first and second outputs, the first and second outputs being of opposite polarity to one another, a first RZ converter connected to the first output of the differential encoder and a second RZ converter connected to the second output of the differential encoder; and a dual electrode Mach Zehnder modulator to which an unmodulated coherent light source is coupled, wherein the output of the first RZ converter is connected to a first electrode of the Mach Zehnder modulator and the output of the second RZ converter is connected to a second electrode of the Mach Zehnder modulator. The invention provides improved signal integrity as compared with existing RZ-DPSK solution through the use of high quality RZ drivers. Furthermore, the invention gives rise to controllable RZ pulse edge chirping, providing rapid pulse compression or broadening through a dispersive fibre length. This can be used to mitigate pulse distortion in non-linear transmission links.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-512748

(P2007-512748A)

(43) 公表日 平成19年5月17日(2007.5.17)

(51) Int.C1.

HO4B	10/04	(2006.01)
HO4B	10/06	(2006.01)
HO4B	10/142	(2006.01)
HO4B	10/152	(2006.01)
GO2F	1/01	(2006.01)

F 1

HO4B	9/00
GO2F	1/01

L
B

テーマコード(参考)

2H079

5K1O2

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-540566 (P2006-540566)
 (86) (22) 出願日 平成16年7月15日 (2004.7.15)
 (85) 翻訳文提出日 平成18年5月26日 (2006.5.26)
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2004/003092
 (87) 國際公開番号 WO2005/055475
 (87) 國際公開日 平成17年6月16日 (2005.6.16)
 (31) 優先権主張番号 0327605.2
 (32) 優先日 平成15年11月27日 (2003.11.27)
 (33) 優先権主張国 英国(GB)

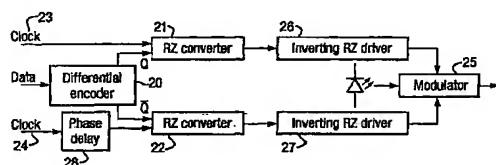
(71) 出願人 506179273
 アゼア ネットワークス リミティド
 イギリス国、エセックス アールエム3
 ○エスディー、ロムフォード、ハロルド
 ウッド、チャーチ ロード 151、ペイ
 ツ ハウス
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100122965
 弁理士 水谷 好男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 R Z-D P S K 変調された光信号を生成するための方法および装置

(57) 【要約】

光送信機は、互いに反対の極性を有する第1および第2の出力を備えた差動エンコーダと、前記差動エンコーダの第1の出力に接続された第1のR Zコンバータと前記差動エンコーダの第2の出力に接続された第2のR Zコンバータと、変調されていないコヒーレント光源が結合される2重電極マッハ・ツェンダー変調器とを備え、第1のR Zコンバータの出力はマッハ・ツェンダー変調器の第1の電極に接続され、第2のR Zコンバータの出力はマッハ・ツェンダー変調器の第2の電極に接続されている。本発明は、高品質R Zドライバの使用を通じて、既存のR Z-D P S Kソルーションと比べて改善された信号品位を提供する。さらに、制御可能なR Zパルスエッジチャーピングを発生させ、分散的なファイバ長を通して急速なパルス圧縮あるいは拡大を提供する。これは通常、非線形送信リンクにおいてパルス歪みを緩和する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに反対の極性を有する第1および第2の出力を備えた差動エンコーダと、前記差動エンコーダの第1の出力に接続された第1のRZコンバータと前記差動エンコーダの第2の出力に接続された第2のRZコンバータと、さらに変調されていないコヒーレント光源が結合される2重電極マッハ・ツェンダー変調器と、を備え、前記第1のRZコンバータの出力はマッハ・ツェンダー変調器の第1の電極に接続され、さらに前記第2のRZコンバータの出力はマッハ・ツェンダー変調器の第2の電極に接続されている、光送信機。

10

【請求項 2】

請求項1に記載の送信機において、さらに、前記RZコンバータから出力されたRZ信号を反転されたRZ信号に変換するための、反転RZドライバを含む、光送信機。

【請求項 3】

請求項1または2に記載の送信機において、前記RZコンバータ出力の1個は、RZコンバータへのクロック信号入力の位相を調整することによって遅延されうる、光送信機。

【請求項 4】

データを差動位相変調されたRZ光信号としてエンコードする方法において、反対の極性を有する2個のデータストリームを形成するために、前記データを差動的にエンコードし、

20

それぞれのデータストリームをRZ信号フォーマットに変換し、さらに変調されていないコヒーレント光源が接続される2重電極マッハ・ツェンダー変調器の第1の電極を前記データストリームのうちの第1のデータストリームによって駆動し、さらに前記2重電極マッハ・ツェンダー変調器の第2の電極を前記データストリームのうちの第2のデータストリームによって駆動する、各ステップを含む、データのエンコード方法。

【請求項 5】

請求項4に記載の方法において、前記RZデータストリームは反転されたRZデータストリームである、データのエンコード方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ゼロ復帰差動位相変位（RZ-DPSK）変調された光信号を生成するための方法および送信機に関する。

【背景技術】

【0002】

RZ-DPSKは、遠距離送信において一般に使用されている。通常、RZ-DPSK信号を生成するための送信機は、位相変位変調（PSK）による変調部分とRZパルス成形部分とから構成されている。実際、今日までの全ての方法は、この方法において少なくとも2個の独立した変調器を必要とし、その1個は信号を位相変調するためであり、もう1個はRZパルスを成型するためである。図1にこれを示している。

40

【0003】

全ての方法において、ソースデータは、光変調に先立ってまず、差動的に符号化される必要がある。これは、通常、出力をタップし1ビット遅延によって入力にフィードバックする、高速イクスクルーシブORゲートを用いて達成される。受信機サイドの復調器が位相比較のための1ビット光遅延に依存しているために、この符号化が必要とされる。

【0004】

差動的に符号化された電気信号を変調された光信号に変換するために、位相変調器あるいはチャーブフリーマッハ・ツェンダー強度変調器を使用して、レーザ光を位相変調する。この位相変調器アプローチは、駆動電圧に関してアナログ動作する。それ故、電気信号

50

における全ての相違は、光の位相における変動として光信号に直接伝えられる。マッハ・ツエンダーアプローチは、これらの位相変動をチャープフリー操作によって取り除き、かつ、最小スループットバイアスポイントを介して駆動される場合、光が位相を180度だけ変えるという事実に頼っている。この方法では、追加の強度変調という犠牲をはらって、正確な180度位相符号化が達成される。固有の強度変調は、RZ-DPSK信号を形成するためのRZパルス成形段階におけるゲーティングによって、除去される。

【0005】

それぞれの光ビットは強度変調されてRZパルスの反復ストリームを形成する。RZ強度変調は、通常、正弦波駆動マッハ・ツエンダー変調器によって提供される。マッハ・ツエンダー変調器は幾つかの方法で駆動されるが、典型的には、50%のデューティサイクルパルスを生成する直交バイアスポイントにおける、フルレートクロックドライバか、または、33%あるいは66%のデューティサイクルパルスをそれぞれ生成する最大または最小バイアスポイントにおける、ハーフレートクロックドライバのいずれかによって駆動される。図1は、従来技術による、標準的な33%または66%RZ-DPSK送信機の構造を示す。

【0006】

上述したように、従来のシステムでは、位相および強度における変動は、ドライバの出力信号品質、さらに、ドライバー変調器インターフェースに起因している。標準NRZドライバは、ブロードバンドドライバレスポンスから生成されたシンボル間干渉に起因して、特にノイズが大きい。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の特徴によれば、光送信機は、互いに反対の極性を有する第1および第2の出力を備えた差動エンコーダと、前記差動エンコーダの第1の出力に接続された第1のRZコンバータと前記差動エンコーダの第2の出力に接続された第2のRZコンバータと、さらに、変調されていないコヒーレント光源が結合される2重電極マッハ・ツエンダー変調器とを備え、前記第1のRZコンバータの出力はマッハ・ツエンダー変調器の第1の電極に接続され、さらに前記第2のRZコンバータの出力はマッハ・ツエンダー変調器の第2の電極に接続されている。

【0008】

好ましくは、前記送信機はさらに、前記RZコンバータから出力されたRZ信号を反転されたRZ信号に変換するための、反転RZドライバを含む。反転されたRZドライバは、通常、非反転RZドライバよりも優れた出力品質を有している。

【0009】

好ましくは、RZコンバータ出力の1個は、RZコンバータへのクロック信号入力の位相を調整することによって遅延することができる。

【0010】

本発明の第2の特徴によれば、データを差動位相変位変調されたRZ光信号としてエンコードする方法は、反対の極性を有する2個のデータストリームを形成するために、前記データを差動的にエンコードし、それぞれのデータストリームをRZ信号フォーマットに変換し、さらに、変調されていないコヒーレント光源が接続される2重電極マッハ・ツエンダー変調器の第1の電極を前記データストリームのうちの第1のデータストリームによって駆動し、さらに前記2重電極マッハ・ツエンダー変調器の第2の電極を前記データストリームのうちの第2のデータストリームによって駆動する、各ステップを含む。

【0011】

好ましくは、前記RZデータストリームは反転されたRZデータストリームである。

【0012】

本発明は、高品質RZドライバの使用を通じて、既存のRZ-DPSKソルーションと比べて改善された信号品位を提供する。さらに、本発明は、制御可能なRZパルスエッジ

10

20

30

40

50

チャーピングを発生させ、分散的なファイバ長を通して急速なパルス圧縮あるいは拡大を提供する。これは通常、非線形送信リンクにおいてパルス歪みを緩和する。

【0013】

本発明は、単一のマッハ・ツエンダー変調器のみの使用を必要とする。従来の全てのR-Z-DPSK送信機は直列接続された2個の変調器を必要とする。本発明は、したがって、コスト、サイズおよび電力消費の面で効果がある。

【0014】

本発明の方法およびシステムによって、R-Zデューティサイクル即ちパルス幅は、電気駆動信号入力によって制御可能となる。反対に、従来の送信機構造では、固定されたあるいは限定されたパルス幅制御のみを有する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下に、本発明の一例を、図面を参照して説明する。

【0016】

図1は、従来技術にかかるR-Z-DPSKエンコード送信機を示す。電気入力データは、差動エンコーダ10によって差動的にエンコードされる。差動エンコーダは、その出力を1ビット遅延しつつ入力にフィードバックするイクスクルーシブORゲートを含んでいる。差動的にエンコードされたデータが、コヒーレント光源12からのコヒーレント光信号を位相変調するために、使用される。図1に示す変調器は、マッハ・ツエンダー変調器11であり、これはチャープフリーである。MZ変調器は、NRZ変調器ドライバ13によって駆動される。MZ変調器11からの出力は、位相エンコードされた光信号である。これは、第2のMZ変調器14を使用することによって、R-Z信号に変換される。第2のMZ変調器がR-Zパルス成形器として使用され、狭帯域変調器ドライバ15によって駆動される。図示するように、ドライバ15は、66%デューティサイクルをもたらす最小のバイアスポイントにおいて、ハーフレートクロックによって駆動される。

20

【0017】

このタイプの送信機の限界は、光信号における位相および強度の変動が、ドライバ出力信号品質およびドライバ/変調器インターフェースに起因することである。広帯域ドライバレスポンスから生成された ISI に起因して、標準NRZドライバは特にノイズが大きい。さらに、この送信機は2個の別個の変調器を必要とする。

30

【0018】

電気的R-Z送信機が現在入手可能であり、さらにこれらは、現在のシステムにおいて、旧式の光R-Zゲート送信機に置き換わっている。これらは、達成された消光比のせいで、通常、NRZ送信機よりも良い性能を示す。R-Z駆動信号は2つの方向において、そのNRZ対応物よりも優れている。

【0019】

1. 入力データは、R-Z変換ステージにおいて再タイミングされ、かつ再整形される。

【0020】

2. さらに、R-Zドライバは、内部的にバイアスされて論理レベルの一方を圧縮し、ノイズを減少させる。

40

【0021】

図2は、本発明にかかるDPSK送信機を示す。図2に示す送信機は差動エンコーダ20を示し、これは、図1を参照して説明した従来の送信機と同様に、電気的データストリームをエンコードする。図2の差動エンコーダは2個の出力を有している。適切な差動エンコーダが、13751DE13Gbps差動エンコーダとして、Inphiから入手可能である。それぞれの出力(Q、-Q)は差動的にエンコードされたデータであるが、しかし、それらは互いに反対の極性を有している。それぞれの出力は、クロック23、24によって駆動されるR-Zコンバータ21、22に入力される。適切なR-Z変換器が同様にInphiより、彼らの13707RZ製品として入手可能である。R-Z変換器は、R-Z

50

変換され差動エンコードされたデータを出力する。このデータは、R Z ドライバ26、27によって、コヒーレント光源に結合された2重電極マッハ・ツエンダー(MZ)変調器25の対向する電極に供給される。適切なMZ変換器が、Sumitomo・Osaka・Cement・Co・Ltdより、彼らの10Gbit/s・Dual・Electrode・Intensity・Modulatorとして入手可能である。R Z信号は、R Zドライバによって増幅される。R Zドライバは、反転R Zドライバ26、27として図示されている。これは、これらのドライバが非反転R Zドライバよりも品質の良い出力を提供するからである。しかしながら、非反転R Zドライバも使用することができる。反転R Zドライバは、LA・Techniques社から、例えば、彼らのLA32-04-04ドライバ製品として入手可能である。

10

【0022】

変調器は、逆位相のMZの2個のアームからの光が最大の光スループットを生じるように、バイアスされるべきである。連続R Z光パルスは、2個のアーム間の相対的な位相を、同位相(光を発生しない)から逆位相(最大光)に変更することによって形成することができる。光は、1個のアームを駆動することによって位相不一致とされ、あるいは他を駆動することによって位相一致とされる。それぞれのR Zパルスの位相は、光が押しやられあるいは引っ張られるかに依存しており、これによって位相エンコードされたパルス(P SK)を生成することが可能である。

【0023】

クロック信号の位相遅延28を調整することによって、R Z変換器出力の1個を遅延させ、2個の駆動信号を同期させる方法を提供する。

20

【0024】

反転R Zドライバの使用によって、光R Z信号上に負のチャープが生成される。非反転R Zドライバは正のチャープを生成する。反転または非反転ドライバの使用を通じてチャープを制御することは、正および負の分散ファイバにおいて、パルス圧縮あるいはパルス拡大に対して有用である。図3は反転R Zドライバを用いた送信機出力を示している。最上部の図は出力強度を示し、中間の図は位相を示し、最下位の図はチャープを示している。これらの図から、反転R Zドライバが、負のチャープ、即ち各パルスの先端の周波数が減少し後縁の周波数が増加する、チャープを生成することを示している。

【0025】

光R Zパルス幅は、R Z駆動信号の電気的デューティサイクルを調整することによって、連続的に制御することが可能である。従来のR Z DPSK送信機は、固定されたパルス幅を有している。

30

【図面の簡単な説明】

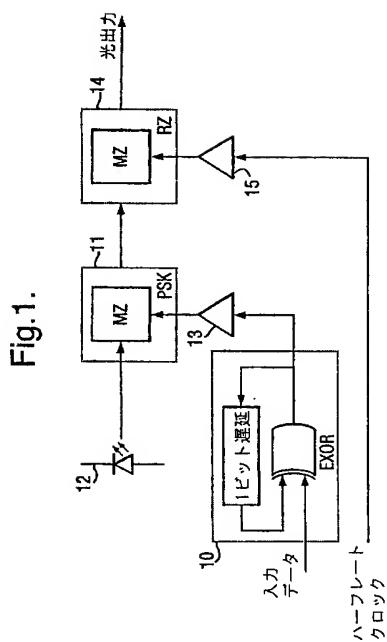
【0026】

【図1】従来技術に基づくR Z-DPSKエンコード送信機を示す図。

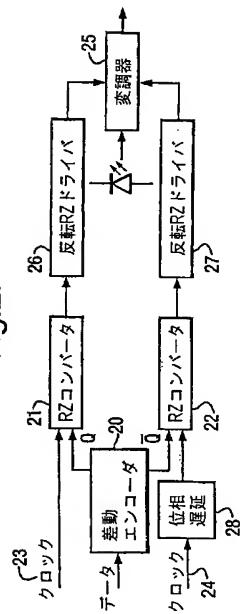
【図2】本発明にかかるR Z-DPSKエンコード送信機を示す図。

【図3】本発明にかかる送信機の出力強度、位相およびチャープを示す図。

【図 1】

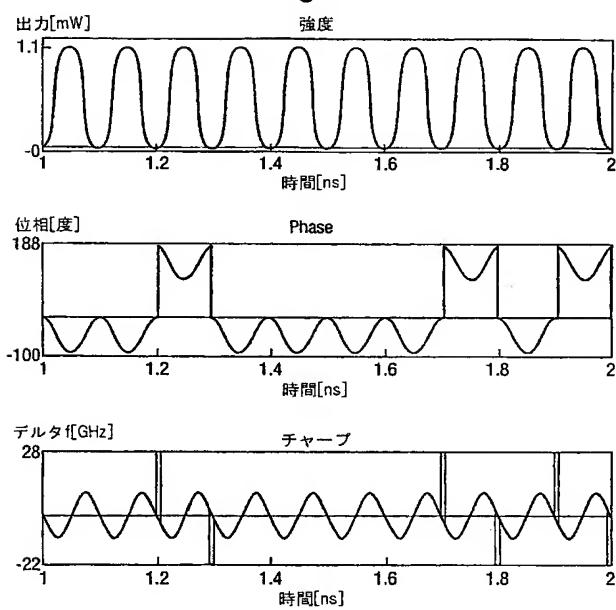


【図 2】



【図 3】

Fig.3.



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		PCT/GB2004/003092
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04B10/155 H04L27/20		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04B H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 271 808 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 2 January 2003 (2003-01-02) page 4, line 9 - page 6, line 8	1-5
A	GRIFFIN R ET AL OPTICAL SOCIETY OF AMERICA / INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Integrated DQPSK transmitter for dispersion-tolerant and dispersion-managed DWDM transmission" OPTICAL FIBER COMMUNICATION CONFERENCE. (OFC). POSTCONFERENCE DIGEST. ATLANTA, GA, MARCH 23 - 28, 2003, TRENDS IN OPTICS AND PHOTONICS SERIES. (TOPS), WASHINGTON, DC : OSA, US, Vol. TOPS. VOL. 86, 23 March 2003 (2003-03-23), pages 770-771, XP010680490 ISBN: 1-55752-746-6 the whole document	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the International filing date</p> <p>"L" document which throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report	
20 October 2004	03/11/2004	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. S1 851 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer Koch, B	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/GB2004/003092

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1271808	A 02-01-2003	JP 2003087201 A		20-03-2003
		CN 1394005 A		29-01-2003
		EP 1271808 A2		02-01-2003
		US 2003002121 A1		02-01-2003

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,M,A,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100119987

弁理士 伊坪 公一

(72)発明者 オバーランド, リチャード

イギリス国, ロンドン エスイー9 3エイチディー, エルサム, クロッカム ウェイ 19

Fターム(参考) 2H079 AA02 BA01 BA03 CA04 EA05 FA03

5K102 AA63 AH11 AH22 AH27 PH02 RD27